

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

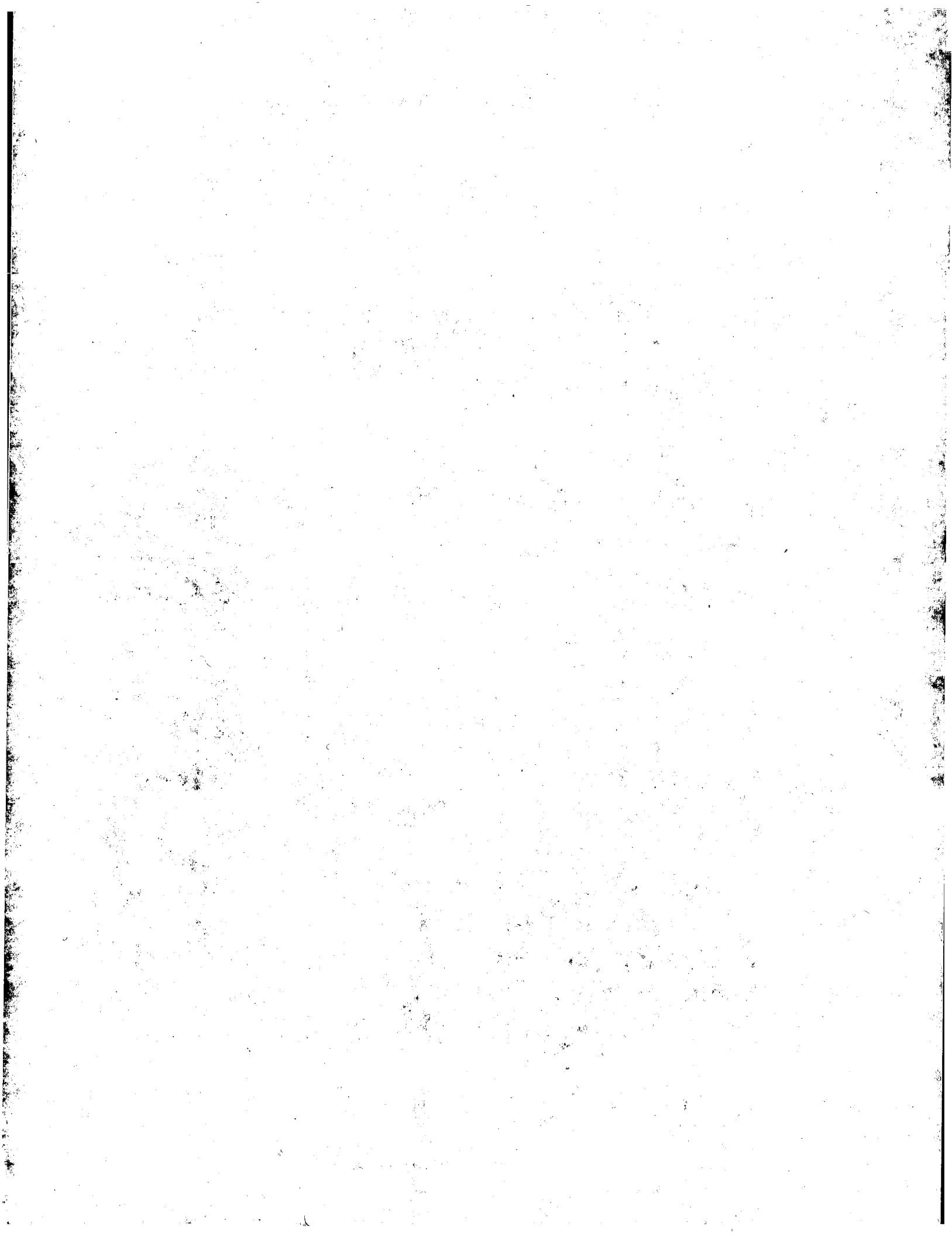
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



(3)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 102 09 834 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 02 M 3/10
H 02 M 1/15

②1 Aktenzeichen: 102 09 834.4
②2 Anmeldetag: 6. 3. 2002
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

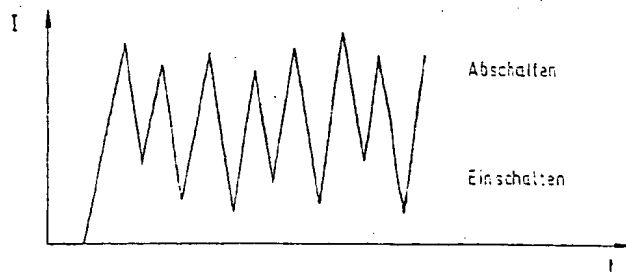
⑥6 Innere Priorität:
101 16 725. 3 04. 04. 2001
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Westenweller, Axel, 89081 Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zur Verringerung von Störabstrahlungen bei einem DC/DC-Sperrwandler

⑤7 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Verringerung von Störabstrahlungen bei einem DC/DC-Sperrwandler vorgeschlagen, bei dem die Störabstrahlung durch die Umschaltung des Ladestromes beim Pumpvorgang entsteht. Erreicht wird dies am einfachsten dadurch, dass unter Einhaltung der Stabilitätsbedingung für die Ausgangsspannung die Stromabschaltswelle und/oder die Stromeinschaltswelle bei den einzelnen Pumpvorgängen durch Stromverwürfelung veränderbar sind. Zur weiteren Verbesserung der Störabstrahlung kann ein LC-Filter mit geringer Dimensionierung verwendet werden.



DE 102 09 834 A 1

DE 102 09 834 A 1

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Verringerung von bei dem Störabstrahlungen bei einem DC/DC-Sperrwandler, nach Gattung des Hauptanspruchs, bei dem durch eine Folge von Pumpvorgängen eine eingespeiste Gleichspannung erhöht wird.

[0002] Schaltungen mit einem Sperrwandler zur Erhöhung einer eingespeisten Gleichspannung sind schon vielfältig bekannt. Bei einem derartigen Sperrwandler wird eine Speicherdrossel über einen Schalter bis zum Erreichen einer Stromabschaltsschwelle aufgeladen. Nach Öffnen des Schalters wird die in der Speicherdrossel enthaltene Energie auf einen Speicherkondensator so lange umgeladen, bis der Strom in der Speicherdrossel auf das Niveau der Einschaltsschwelle abgesunken ist. Dieses als Pumpvorgang bezeichnete Hochsetzen der Gleichspannung wird wiederholt so lange fortgesetzt, bis der Speicherkondensator auf eine vorgegebene Spannung aufgeladen ist.

[0003] Die Ausgangsspannung des DC/DC-Sperrwandlers ist stabil, wenn die minimal zulässige Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Energieentnahmen am Ausgang des Sperrwandlers stets größer ist als die maximal mögliche Nachladezeit, die für das Ersetzen der entnommenen Energie erforderlich ist (Stabilitätsbedingung für die Ausgangsspannung des Sperrwandlers).

[0004] Bei diesem Verfahren hat sich als nachteilig herausgestellt, dass durch die vorgegebenen festen Schaltschwellen für das Ein- und Abschalten des Stromes in der Speicherdrossel ein dreieckförmiger Stromverlauf mit nahezu konstanter Frequenz entsteht. Nach der geltenden Theorie enthält das dreieckförmige Stromsignal bei einer Fourier-Analyse neben der Grundschwingung auch Oberwellen, die spektral in diskreten Frequenzen abgestrahlt werden und unerwünschte Störabstrahlungen erzeugen. Mit bisherigen Techniken können die unerwünschten Störabstrahlungen beispielsweise mit Entstörfiltern (L/C-Filter) gedämpft werden, um vorgegebene Störabstrahlungsgrenzwerte zu erreichen. Diese Entstörfilter haben jedoch relativ große Werte, so dass sie einerseits von ihrer Bauform und andererseits von den Kosten her aufwendig sind.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Verringerung von Störabstrahlungen bei einem DC/DC-Sperrwandler mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat dagegen den Vorteil, dass allein durch die Änderung der Stromabschalt- und/oder der Stromeinschaltsschwelle nach jedem Pumpvorgang die Störabstrahlung bereits reduziert werden kann. Dadurch können vorgegebene Grenzwerte für die Störabstrahlung in besonders vorteilhafter Weise besser eingehalten werden.

[0006] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass unter Einhaltung der Stabilitätsbedingung sowohl die Dauer als auch die Stromhöhe der einzelnen Pumpvorgänge quasi statistisch verteilt werden. Hierdurch wird die starke Schaltfrequenz aufgelöst, so dass sich die in den diskreten Frequenzen der Grund- und Oberschwingungen enthaltene Energie auf ein breiteres Frequenzband verteilt. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die Anstiegs- und die Abstiegsgeschwindigkeit des Stromes in der Speicherdrossel quasi konstant sind. Die Änderung der Schaltfrequenz, die auch

als momentane Pumpfrequenz bezeichnet werden kann, erfolgt durch geeignet gewählte Sequenzen verschieden hoher Ein- und Abschaltsschwellen für den Ladestrom in der Speicherdrossel.

[0007] Bei einer reinen Unterkantenverwürfelung ergibt sich bei gleichen Randbedingungen (gleiche Versorgungsspannung, gleiche Sättigungseigenschaften der Speicherdrossel, etc) für quasi alle möglichen Sequenzen von Einschaltsschwellen, eine Nachladezeit, die stets kleiner ist als die Nachladezeit, die sich bei einem fest vorgegebenen unteren Einschaltstromniveau ohne Stromverwürfelung ergeben würde. Durch diese Maßnahme wird vorteilhaft die Störabstrahlung verringert.

[0008] Um eine weitere Verringerung der Störabstrahlung zu erreichen, genügt ein kleineres Entstörfilter, als es für den nicht verwürfelten Fall nötig wäre, um vorgegebene Grenzwerte zu unterschreiten.

[0009] Um den Ladevorgang des Speicherkondensators mit der Stromverwürfelung zu steuern, wird vorteilhaft ein Messwiderstand vorgesehen, über den der momentane Stromfluss erfasst und durch eine entsprechende Steuerung gesteuert werden kann. Insbesondere kann mit Hilfe eines Komparators mit einer Hysteresekennlinie die Schwingneigung der Schaltungsanordnung unterdrückt werden.

[0010] Günstig ist auch die Verwendung eines MOS-FET-Transistors als Schalter, da diese Transistortypen marktgängig sind und Ströme ohne großen Leistungsverlust schnell schalten können. Die erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich in vorteilhafter Weise mit einer Vorrichtung bzw. einer Schaltungsanordnung durchführen, die einen DC-DC-Sperrwandler umfasst.

[0011] Ein bevorzugte Anwendung wird in einem elektrischen Bordnetz eines Kraftfahrzeuges gesehen, weil unerwünschte Oberwellen leicht zu Störungen in der komplexen Elektronik führen könnten.

Zeichnung

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der Beschreibung näher erläutert.

[0013] Fig. 1 zeigt einen Stromlaufplan für einen Sperrwandler, die Fig. 2a bis 2c zeigen Diagramme mit typischen Stromverläufen ohne Stromverwürfelung, mit einer Unterkantenstromverwürfelung und die Verwürfelung der Einschalt- und Abschaltstromniveaus, Fig. 4 zeigt den Frequenzverlauf ohne Stromverwürfelung, aber mit einem herkömmlichen Filter, Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit kleinem Filter und Fig. 6 zeigt einen Frequenzverlauf mit einem großen Filter ohne Stromverwürfelung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0014] Zunächst wird in Fig. 1 anhand eines Stromlaufplans die Funktionsweise eines DC/DC-Sperrwandlers näher erläutert.

[0015] Eine Gleichspannungsquelle, vorzugsweise eine Batterie UB ist über eine Filterspule 7 mit einer Speicherdrossel 2, einer in Flussrichtung geschalteten Diode 3 und einem Speicherkondensator 1 über einen Messwiderstand 10 gegen Masse geschaltet. Der Massepunkt ist mit dem Massepunkt der Batterie verbunden. Am Speicherkondensator 1 kann zwischen der Klemme UA und dem Massepunkt MP die hochgesetzte Gleichspannung abgegriffen werden. Parallel zur Diode 3 und dem Speicherkondensator 1 ist der Leistungspfad eines Schalttransistors 4 geschaltet, der beispielsweise als MOS-FET-Transistor oder dergleichen aus-

gebildet ist. Der Schalttransistor 4 wird von einer Steuerschaltung 5 angesteuert, die ihrerseits von dem Spannungsabfall am Messwiderstand 10 gesteuert wird. Es ist vorgesehen, den Spannungsabfall am Messwiderstand 10 über zwei Vorwiderstände 11, 12 und einen Komparator 6 mit einer Hysterese zu erfassen. Zwischen den beiden Eingängen des Komparators 6 ist ein Entstörkondensator 13 vorgesehen. Des Weiteren ist an der Batterieklemme UB ein Filterkondensator 9 gegen Masse geschaltet. Auch ist zwischen der Filterspule 7 und der Speicherdrossel 2 ein Stützkondensator 8 gegen Masse geschaltet.

[0016] Die Steuerschaltung 5 enthält eine Elektronik, welche Sequenzen von Einschalt- und Abschaltstromschwellen derart erzeugt, dass sich unterschiedlich Zeitauern und Stromhübe für die einzelnen Pumpvorgänge ergeben. Die Stromschwellen sind so gewählt, dass unter Einhaltung der Stabilitätsbedingung im Frequenzverlauf des Stromsignals keine diskreten Frequenzen entstehen.

[0017] Anhand der Fig. 2 bis 6 wird die Funktionsweise dieser Anordnung näher erläutert. Die Fig. 2a, 2b und 2c zeigen unterschiedliche Diagramme mit Stromverläufen. Fig. 2a zeigt den Stromverlauf eines standardgemäßen DC/DC-Sperrwandlers. Für diesen Stromverlauf ist typisch, dass sowohl das Einschaltstromniveau I_{e1} als auch das Abschaltstromniveau I_{a1} bei jedem Pumpvorgang gleich hoch ist. Dadurch ergeben sich für jeden Pumpvorgang nahezu gleiche Ladezeiten für den Speicherkondensator 1 bzw. eine konstante Schaltfrequenz. Aufgrund dieser Stromkurve ergeben sich relativ hohe und schmalbandige Abstrahlpegel, die sich über ein breites Frequenzband verteilen und die in einem Bordnetz unerwünschte Störungen verursachen können.

[0018] In Fig. 2b wird dagegen ein Diagramm mit einem Stromverlauf dargestellt, bei dem zwar das Abschaltstromniveau I_{a1} konstant gehalten wird, nicht dagegen das Einschaltstromniveau. Dieses wird als Stromniveauverwürfelung, in diesem Fall als Unterkantenverwürfelung bezeichnet. Durch die Verwürfelung der Unterkante ergeben sich beispielsweise die unterschiedlichen Einschaltstromniveaus I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} usw. Typisch für diesen Stromverlauf ist, dass bei der reinen Unterkantenverwürfelung die Energie aus der Speicherdrossel 2 stets von einem gleichbleibend hohen Abschaltstromniveau I_{a1} auf den Speicherkondensator 1 umgeladen wird. Der Sperrwandler wird aus dem verwürfelten Einschaltstromniveau eingeschaltet. Damit die Nachladezeit einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet, werden die Einschaltstromniveaus I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} nur in dem Strombereich verwürfelt, der beispielsweise auch bei festgehaltenem Einschaltstromniveau I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} die maximale Nachladezeit einhält.

[0019] Fig. 2c zeigt einen alternativen Stromverlauf, bei dem sowohl die Unter- als auch die Oberkante verwürfelt wurde. In alternativer Ausgestaltung ist auch vorgesehen, eine reine Oberkantenverwürfelung zu verwenden.

[0020] Die tatsächliche Störabstrahlung bei Einsatz des DC/DC-Sperrwandlers in einem geeigneten Stromnetz, beispielsweise einem Kraftfahrzeugstromnetz, kann mit einem Oszilloskop oder einem Frequenzanalyser gemessen werden. Zur näheren Erläuterung der Wirkungsweise der Erfindung wurden in den Fig. 3 bis 6 unterschiedliche Messkurven für verschiedene Versuchsanordnungen dargestellt. Als geeignetes Stromnetz wurde beispielsweise das Stromnetz eines Kraftfahrzeugs nachgebildet und die Spektralkurven im Mittelwellenbereich mit den Frequenzen 0,525 bis 1,605 MHz (Kurve B) bzw. im LW-Bereich mit Frequenzen von 0,150 bis 0,285 MHz dargestellt (Kurve C). Des Weiteren wurde die Kurve A eingetragen, die eine vorgegebene Grenzwertkurve für die Störabstrahlung simulieren soll.

[0021] Die Kurven der Fig. 3 entsprechen dem Diagramm des Stromverlaufes gemäß der Fig. 2b, bei dem eine Unterkantenverwürfelung für die Einschaltstromniveaus I_{e1} , I_{e2} , I_{e3} vorliegt. Grundlage für den Sperrwandler ist die Schaltung nach Fig. 1c, bei der außer einem Stützkondensator 8 keine weiteren LC-Filter verwendet wurden. Den beiden Kurven B und C ist entnehmbar, dass bei den vorgegebenen Versuchsbedingungen zwar eine gewisse Reduzierung der Störabstrahlung erreicht wird, sie liegt jedoch noch teilweise oberhalb des vorgegebenen Grenzwertkurve A. Anzunehmen ist auch, dass die Nachladezeit bei diesem Versuch nicht die maximale Nachladezeit überschreitet, die sich bei kleinstem festgehaltenen Einschaltstromniveau ergibt.

[0022] Fig. 4 zeigt im Vergleich dazu das Frequenzspektrum bei einem Sperrwandler, bei dem anstelle der Verwürfelung ein LC-Filter (Position 7,9) verwendet wurde. Diese Maßnahme reicht jedoch nicht aus, da die Störabstrahlwerte relativ hoch sind und im unteren Frequenzbereich der Kurve B der vorgegebene Grenzwert der Kurve A überschritten wird.

[0023] Eine erfindungsgemäße und sehr wirkungsvolle Lösung des Abstrahlproblems zeigt dagegen Fig. 5. Hier wurde sowohl das Ein- als auch das Abschaltstromniveau verwürfelt und zusätzlich noch das zuvor genannte LC-Filter 7,9 gemäß der Fig. 4 verwendet. Hier wurden sogar im unteren AM-Bereich die Abstrahlungsgrenzwerte eingehalten und selbst die Grundschiwingung wurde aufgelöst.

[0024] In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, die alleinige Verwürfelung der Einschaltstromniveaus durchzuführen und gegebenenfalls mit einem Filter zu kombinieren. Die Stromhübe führen zu einem ähnlichen Ergebnis, da der Grad der spektralen Spreizung wesentlich von der Dauer der einzelnen Pumpvorgänge abhängt.

[0025] Fig. 6 zeigt zum Vergleich das Frequenzspektrum bei einem bekannten Sperrwandler, mit festen Einschalt- und Abschaltstromniveaus. Im Vergleich zum in Fig. 5 dargestellten Verfahren war die eingesetzte LC-Filterkombination 7,9 hinsichtlich des erforderlichen Kapazitätswertes um den Faktor 5 und hinsichtlich des Induktivitätswertes um den Faktor 10 größer bemessen. Zwar wurden auch hier die vorgegebenen Grenzwerte der Kurve A eingehalten; die Werte für die Induktivität und Kapazität sind jedoch sehr groß und können beispielsweise das gesamte Bordnetz negativ beeinflussen. Dieser Nachteil ist bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß der Fig. 5 nicht gegeben, da mit einem wesentlich kleiner dimensionierten LC-Filter gearbeitet wird. Den einzelnen Ausführungsformen ist gemeinsam, dass Mittel vorhanden sind, die die Umschaltung bzw. die Schaltvorgänge bei unterschiedlichen Strömen oder Zeiten bewirken.

[0026] Wesentlich für das Funktionieren der erfindungsgemäßen Verfahren ist die Einhaltung der genannten Bedingungen an die Nachladezeit, die die Stabilität der Ausgangsspannung gewährleisten. Ein wiederholt auftretendes "pendeln" der Nachladezeit über die maximal zulässige Nachladezeit hinaus würde zum Zusammenbrechen der Ausgangsspannung führen, da die Ladebilanz für den Speicherkondensator und damit die Stabilitätsbedingung für die Ausgangsspannung nicht mehr erfüllt wäre.

[0027] Da Sequenzen von Einschalt- und Abschaltstromschwellen existieren, die zum Verschwinden diskreter Frequenzen führen, jedoch die Stabilitätsbedingungen nicht erfüllen, muß dafür gesorgt werden, dass in der Steuerschaltung nur solche Sequenzen von Einschalt- und Abschaltstromschwellen generiert werden, die zum einen keine diskreten Frequenzen im Spektrum des Stromsignals erzeugen und die zum anderen bei Belastung des Sperrwandlers die Stabilitätsbedingungen erfüllen und eine stabile Ausgangs-

spannung gewährleisten.

[0028] Bei einer reinen Unterkantenverwürfelung erfüllt bei sonst gleichen Randbedingungen, also gleiche Versorgungsspannung, gleiche Sättigungseigenschaften der Speicherdrössel usw. quasi jede mögliche Sequenz von Einschaltstromschwellen, die zum Verschwinden diskreter Frequenzen im Stromspektrum führt, auch die Stabilitätsbedingung. Sofern die Steuerschaltung bei jedem Nachladevorgang identische, geeignet gewählte Sequenzen für die Einschalt- und Abschaltstromschwellen wiederholt, ergibt sich bei sonst konstanten Bedingungen eine konstante Nachladezeit und ein zeitliches "pendeln" findet bei dieser Ausgestaltung nicht statt.

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Verringerung von Störabstrahlungen bei einem DC/DC-Sperrwandler, wobei durch eine Folge von Pumpvorgängen ein Ladestrom einer Gleichspannungsquelle (UB) mittels eines eingeschalteten Schalters (4) eine Speicherdrössel (2) bis zum Erreichen einer Stromabschaltswelle auflädt und nach dem Sperren des Schalters (4) die gespeicherte Energie in einen Speicherkondensator (1) solange umgeladen wird, bis eine untere Stromeinschaltswelle unter Einhaltung der Stabilitätsbedingung für die Ausgangsspannung veränderbar sind. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpvorgänge beendet werden, sobald die Ausgangsspannung einen vorgegebenen Wert erreicht hat. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Schaltschwellen durch eine Stromniveauverwürfelung vorzugsweise mit einer Änderung der Schaltfrequenz erfolgt. 30
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Einsatz geeigneter gewählter Sequenzen für die Einschalt- und/oder Abschaltswellen die Stabilitätsbedingung für die Ausgangsspannung eingehalten wird. 35
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Entstörfilter (7, 9) für die Einhaltung von Grenzwerten vorgesehen ist. 40
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Entstörfilter (7, 9) mit kleineren Werten ausgebildet ist als bei einem DC/DC-Sperrwandler ohne Stromniveauverwürfelung. 45
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Stromkreis des Speicherkondensators (1) und des Schalttransistors (4) ein Messwiderstand (10) geschaltet ist. 50
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltzustand des Schalttransistors (4) in Abhängigkeit vom Spannungsabfall am Messwiderstand (10) gesteuert wird. 55
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messschaltung (5, 6, 11 bis 13) den Spannungsabfall am Messwiderstand (10) erfasst und ein Steuersignal für den Schalttransistor (4) bildet.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Messschaltung (5, 6, 11 bis 13) einen Komparator (6), vorzugsweise mit einer Hysterese-kennlinie aufweist. 60
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalttransistor (4) ein MOS-FET-Transistor ist. 65
12. Vorrichtung zur Durchführung wenigstens eines der Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

che, dadurch gekennzeichnet, dass dem DC/DC-Sperrwandler Steuermittel zugeordnet sind, die unter Einhaltung der Stabilitätsbedingung Schaltvorgänge zu unterschiedlichen Strömen oder Zeiten bewirken.

13. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einem elektrischen Bordnetz eines Kraftfahrzeugs.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

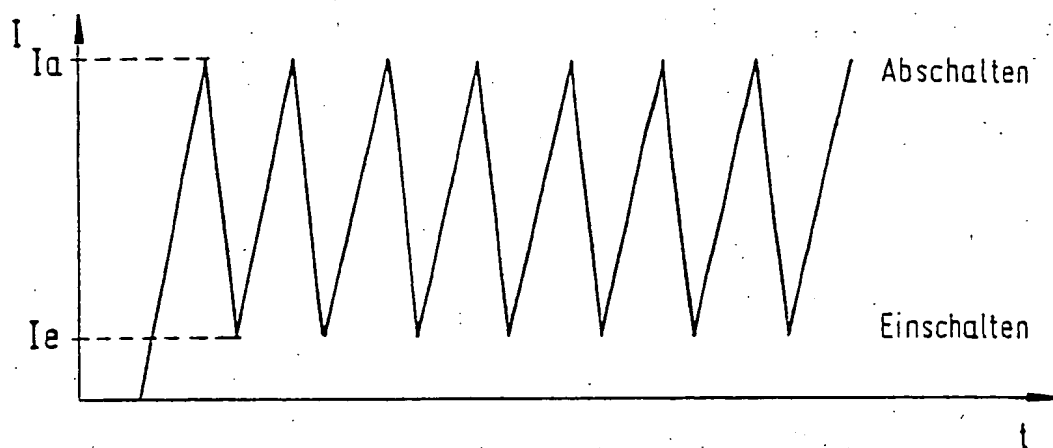


Fig. 2a

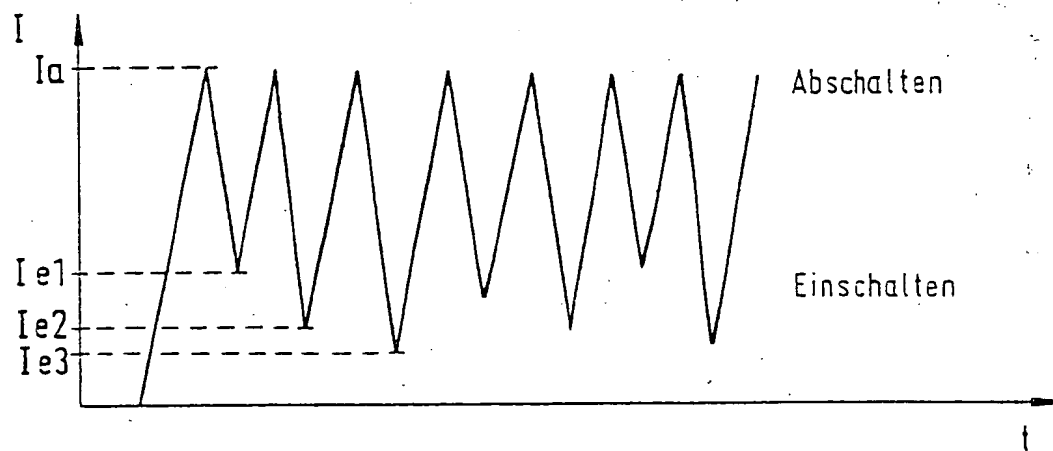


Fig. 2b

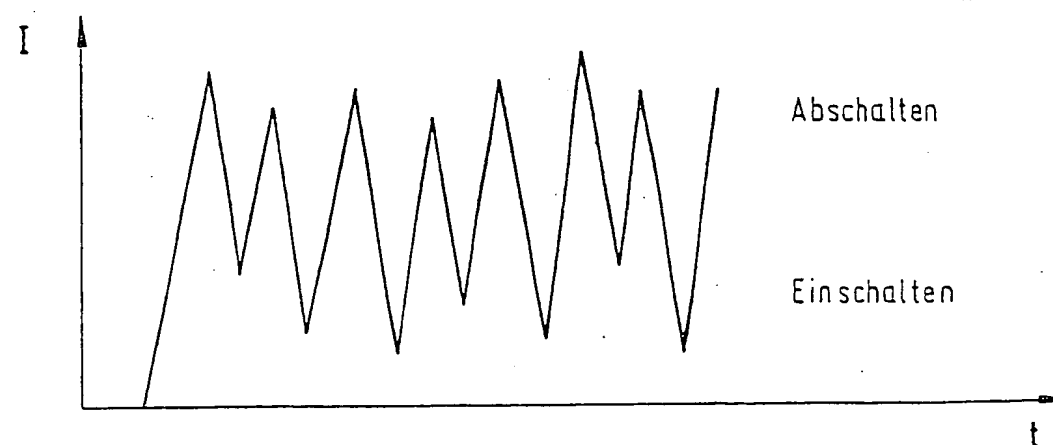
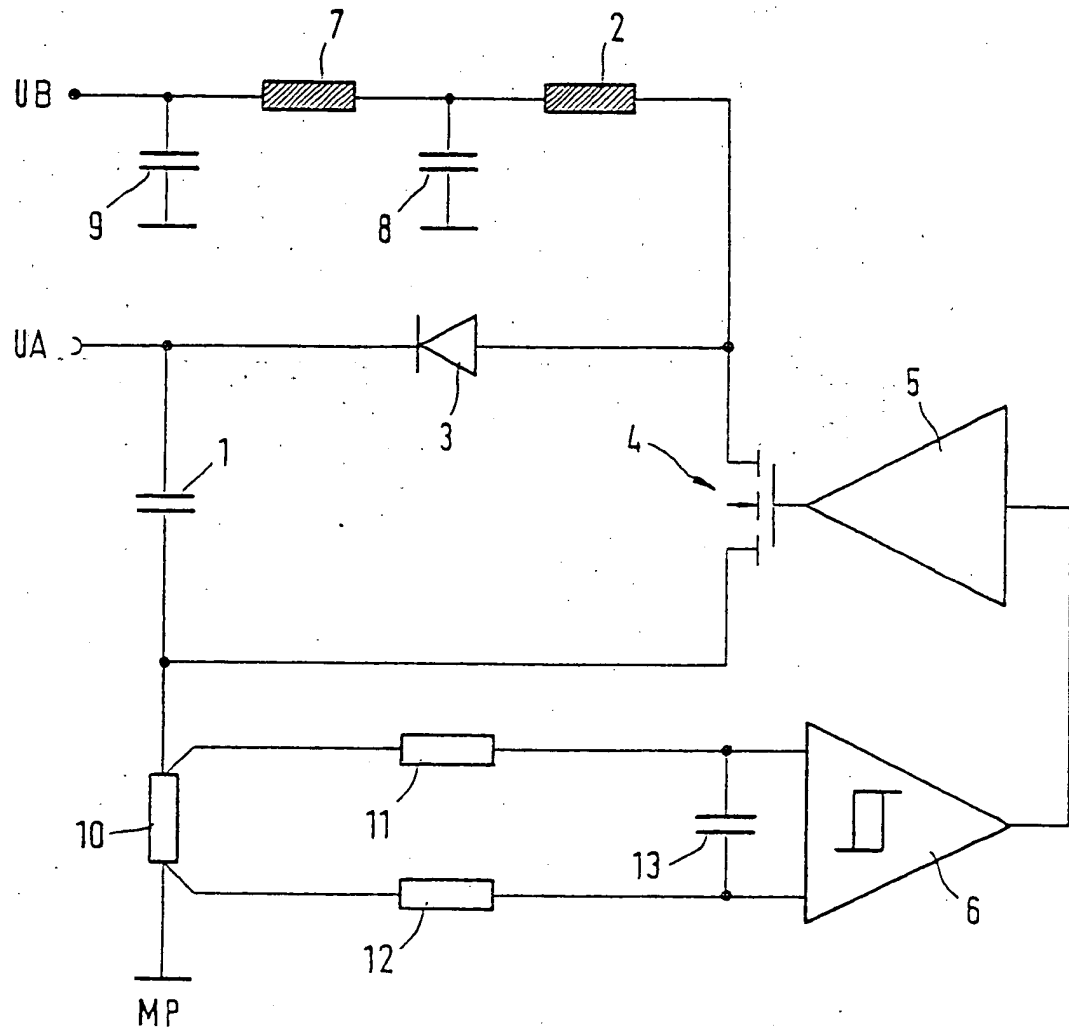


Fig. 2c

Fig.1



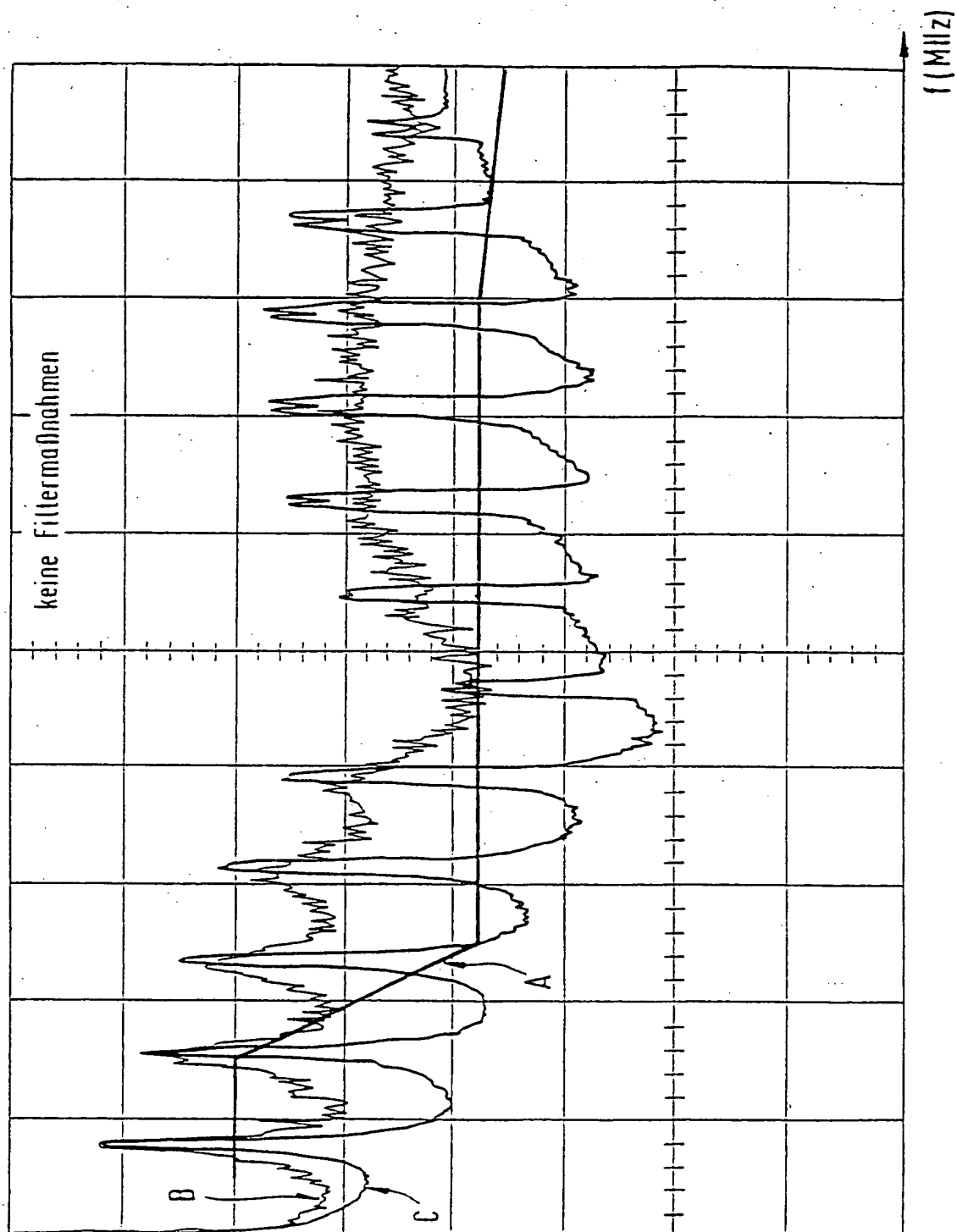


Fig. 3

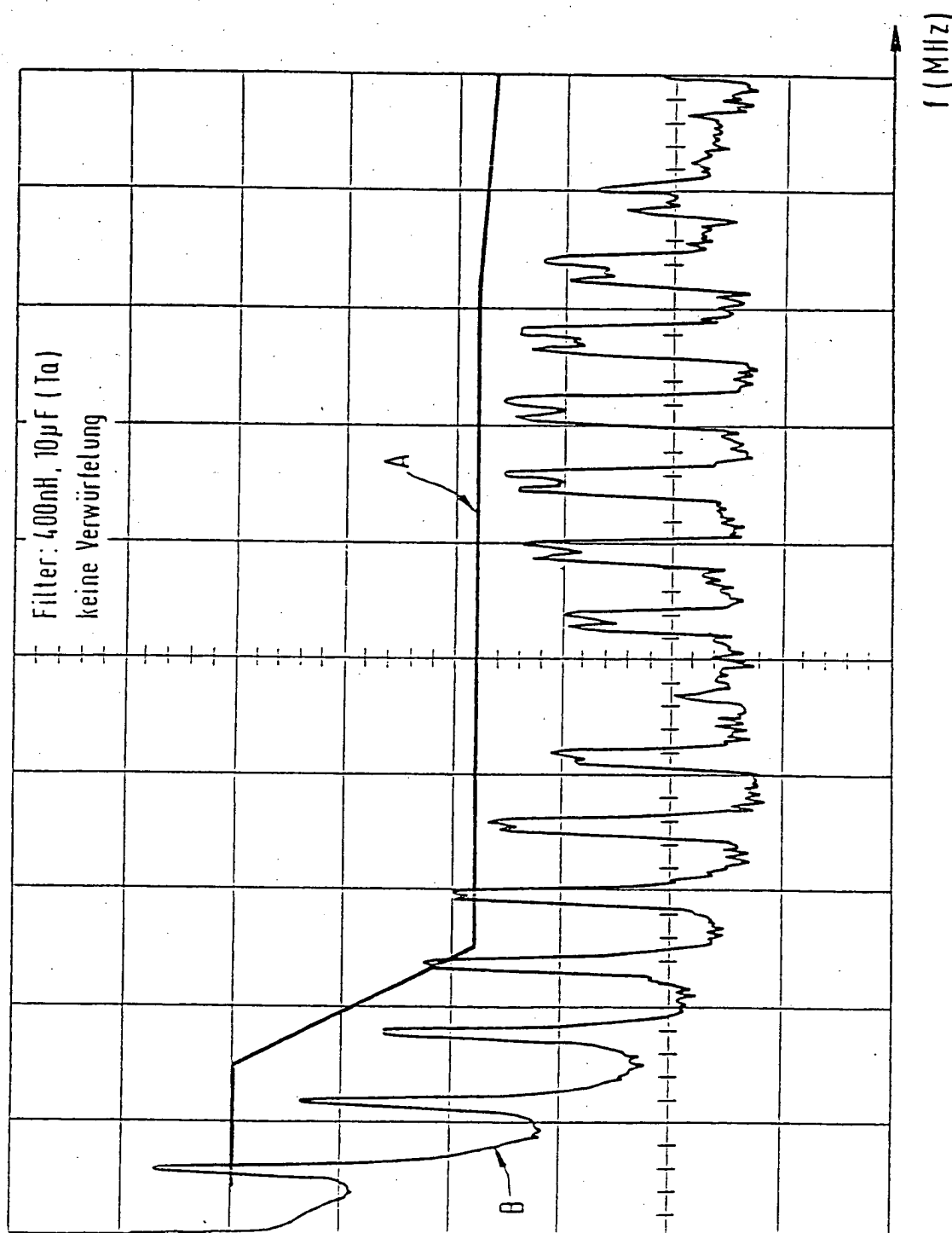


Fig. 4

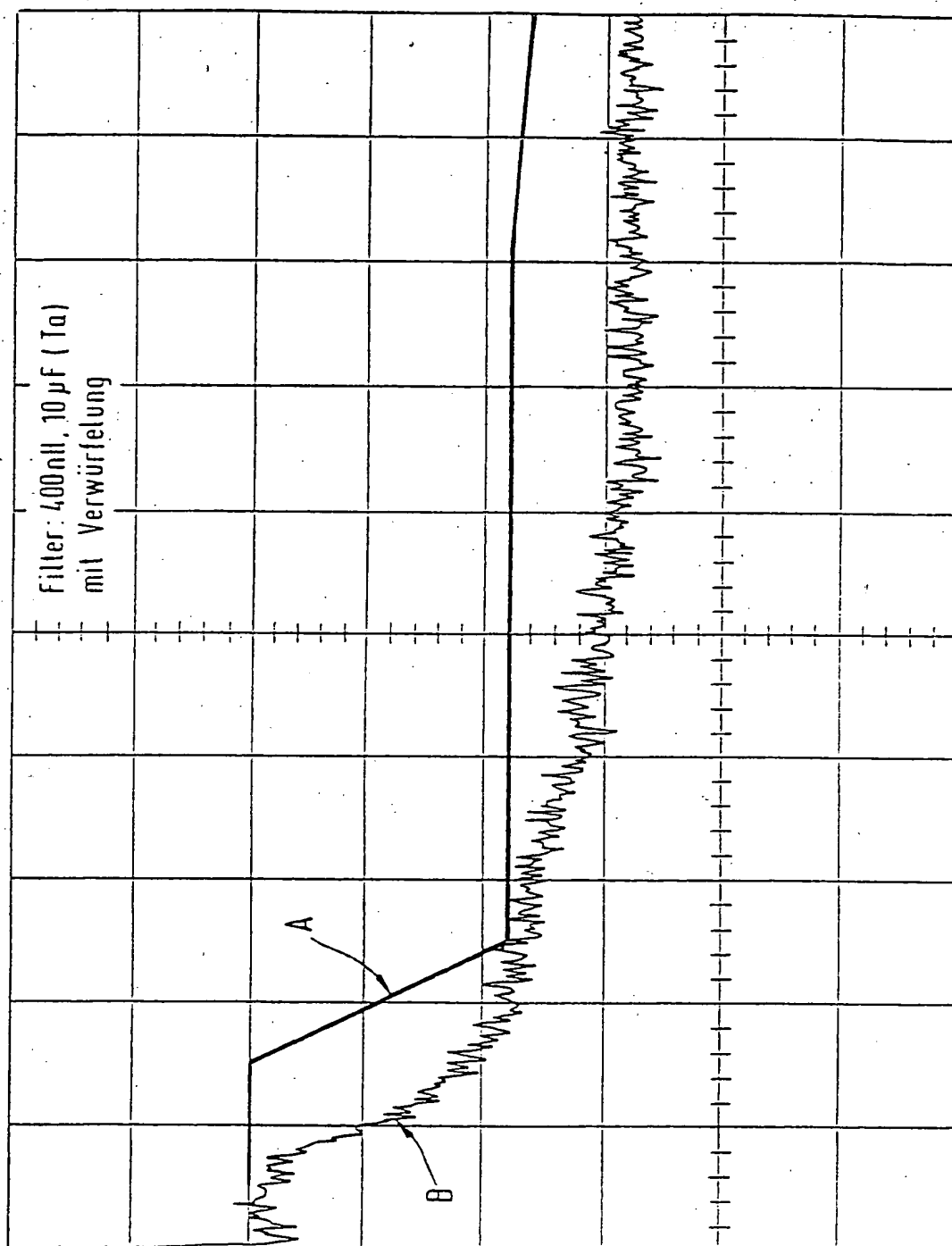


Fig.5

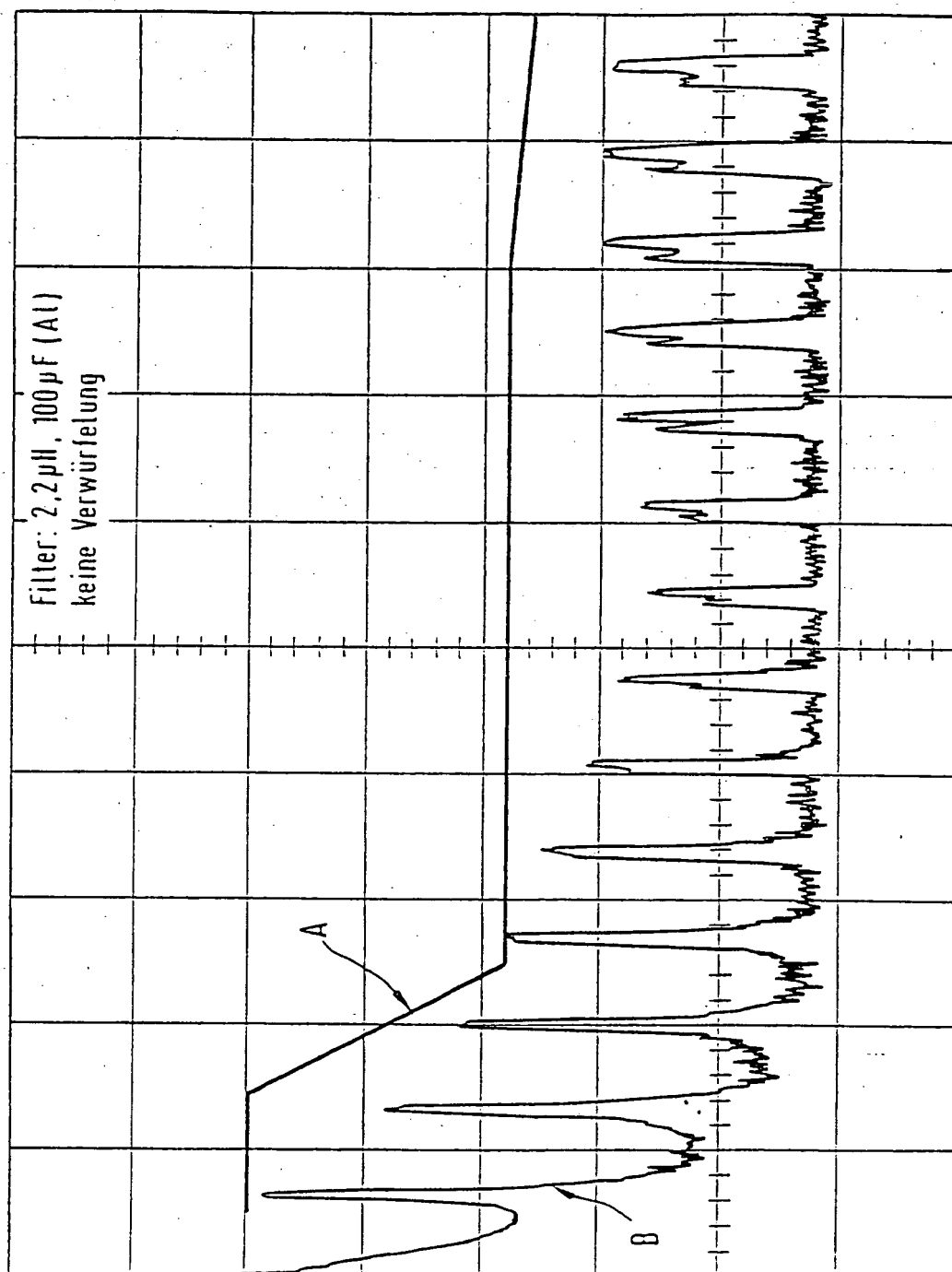


Fig. 6

Method for reducing interference radiation with DC/DC blocking oscillator varies the individual current thresholds for initiating charging and discharging of capacitor

Patent Number: DE10209834
Publication date: 2002-10-17
Inventor(s): WESTENWELLER AXEL (DE)
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Requested Patent: ☐ DE10209834
Application Number: DE20021009834 20020306
Priority Number(s): DE20021009834 20020306; DE20011016725 20010404
IPC Classification: H02M3/10; H02M1/15
EC Classification: H02M1/12
Equivalents:

Abstract

The invention proposes that with individual pump operations the current thresholds for initiating the charging and discharging of the capacitor are kept not constant but varied whilst maintaining the stability conditions for the output voltage.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: WMP-IFT-956

SERIAL NO: 10/661,337

APPLICANT: Feldt Keller

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100